

УДК 519.654

В.В. Шелемаха, студент гр. ПГ-71, к.т.н., доц. Цибульник С.О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

АПРОКСИМАЦІЯ КОЛИВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ З КОЛЬОРОВИМ ШУМОМ

Анотація. Результатом будь-якого вимірювання є сигнал. На практиці майже неможливо провести вимірювання і отримати «чистий» сигнал без наявності в ньому зайвих складових, які не несуть важливої інформації. Зайва інформація у сигналі (або шум) може мати різноманітне походження. У природі шум, як правило, є випадковим, але існують різні математичні моделі, які з деяким наближенням описують найбільш поширені шумові процеси. У даній роботі проведено моделювання коливального сигналу з різним кольоровим шумом. Виконано інтерполяцію та апроксимацію отриманих сигналів з метою виділення корисної складової – початкового «ідеального» (змодельованого) сигналу. Показано залежності відносної похибки апроксимації від довжини сигналу (у відліках), кількості періодів та від відношення сигнал/шум.

Ключові слова: апроксимація, інтерполяція, метод найменших квадратів, кольоровий шум.

ВСТУП

Сигнал – це інформаційна функція, яка несе повідомлення про фізичні властивості, стан або поведінку будь-якої фізичної системи, об'єкта чи середовища [1]. Дуже часто окрім корисної складової сигнали містять додаткову інформацію, яка не є інформативною для конкретної ситуації – шум з різних джерел та різної фізичної природи. У таких випадках прийнято проводити обробку виміряних сигналів. Мета обробки виміряних сигналів – це виділення певної інформаційної складової сигналу, яка присутня у даному сигналі, а також перетворення цієї складової в форму, яка б була зручною для сприйняття людиною і подальшого використання.

Виміряні сигнали, як правило, задаються числовими рядами у вигляді таблиці значень двох величин [3]: аргументу (незалежна змінна) 'x' та функції (залежна змінна) 'y(x)'. Кожна з цих величин крім певної корисної або інформативної складової може містити і випадкові складові різної фізичної природи. Випадкові складові виміряних сигналів дуже часто обумовлені певними чинниками, викликаними вимірювальною апаратурою та особливостями перетворення виміряних даних, наприклад, перешкоди, шуми, помилки вимірювань, тощо. Окрім того випадкові складові також можуть з'являтися через ймовірнісну природу досліджуваних процесів.

Аргумент 'x' зазвичай вважається детермінованим [3], а його випадкова складова вважається частиною функції y(x). Природний шум, що потрапляє у виміряні сигнали, у загальному випадку є випадковим білим шумом, але на практиці неможливо повністю відтворити характеристики реального шуму. Саме через це науковцями створено ряд математичних моделей, які дозволяють відтворити реальний шум у певному наближенні. У залежності від джерела або його природи шум може бути білим, синім, рожевим, коричневим, фіолетовим, тощо.

Завдання виявлення певного детермінованого зв'язку між аргументом 'x' та функцією y(x) з достатнім рівнем достовірності на фоні випадкових складових відноситься до числа неоднозначних і невирішених, тому воно є актуальним. Дану задачу доцільно вирішувати шляхом використання новітніх рішень у сфері обробки даних, зокрема інтерполяція, апроксимація, фільтрація та нейронні мережі.

МЕТА РОБОТИ

Враховуючи актуальність теми, метою роботи є дослідження розробленого алгоритму апроксимації методом найменших квадратів з попередньою інтерполяцією коливальних сигналів з кольоровим шумом, різною частотою, загальною довжиною у відліках, кількістю періодів та співвідношенням сигнал/шум для використання у технічних системах різного призначення.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У математичному пакеті MATLAB проведено моделювання та апроксимацію коливального гармонічного сигналу з частотами 2Гц, 20Гц та 200Гц методом найменших квадратів з попередньою інтерполяцією методом Лагранжа для формування порівняльної бази. Додатково було проведено моделювання та апроксимацію цих сигналів з додаванням кольорового шуму, а саме: білим, коричневим, рожевим, синім та іншими. При моделюванні враховано декілька співвідношень сигнал/шум (0.5, 1 та 2). На рис.1-рис.3 зображено відносні похибки апроксимації деяких сигналів.

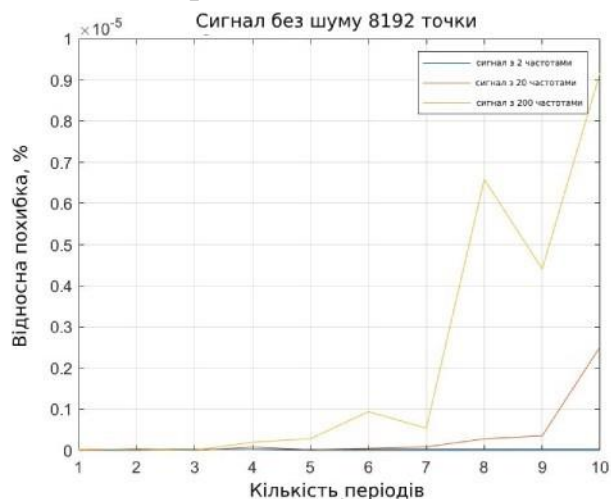


Рисунок 1. Похибки апроксимації гармонічних сигналів без шуму

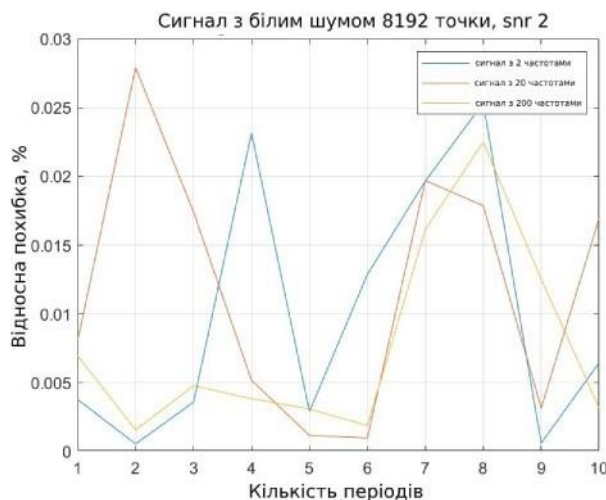


Рисунок 2. Похибки апроксимації гармонічних сигналів з білим шумом

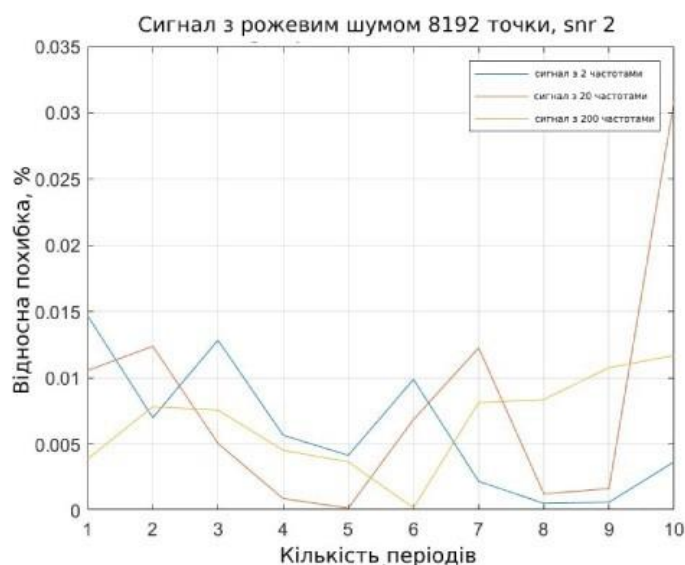


Рисунок 3. Похибки апроксимації гармонічних сигналів з рожевим шумом

З рисунків видно, що при відсутності шуму для сигналів з частотами 20Гц та 200Гц відносна похибка зростає при збільшенні кількості періодів, які знаходяться у заданій довжині сигналу. Це можна пояснити зменшенням частоти дискретизації, викликаним збільшенням кількості періодів при незмінній частоті сигналу. Також визначено, що відносні похибки в сигналах з кольоровим шумом зменшуються при збільшенні довжини сигналу.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто метод апроксимації методом найменших квадратів з попередньою інтерполяцією коливальних сигналів з кольоровими шумами різної природи. Змодельовано гармонічний сигнал без шуму, а також з білим, синім, рожевим і коричневим шумом. Проведено апроксимацію сигналів різної довжини (512, 1024, 2048, 4096, 8192 відліків) та з різним співвідношенням сигнал/шум (0.5, 1, 2). Для визначення ефективності алгоритму апроксимації дані дослідження проведено для трьох різних частот гармонічного сигналу (2Гц, 20Гц, 200Гц). Показано вплив довжини сигналу на кожній з перелічених частот на відносну похибку апроксимації. Отримані відносні похибки являються досить малими, що дозволяє застосовувати досліджений алгоритм апроксимації до коливальних сигналів з кольоровим шумом.

У подальшому планується провести ряд подібних дослідів для полігармонічних сигналів та порівняти ефективність використаного алгоритму з результатами апроксимації за допомогою нейронних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2000. 462 с.
- [2] Аппроксимация сигналов и функций. Режим доступа: URL: <https://www.twirpx.com/file/212588>. Дата звернення: 24.11.2020р.

Наук. керівник – к.т.н., доц. Цибульник С.О.